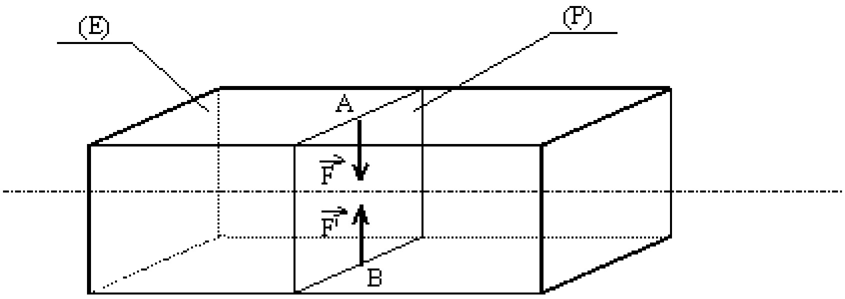
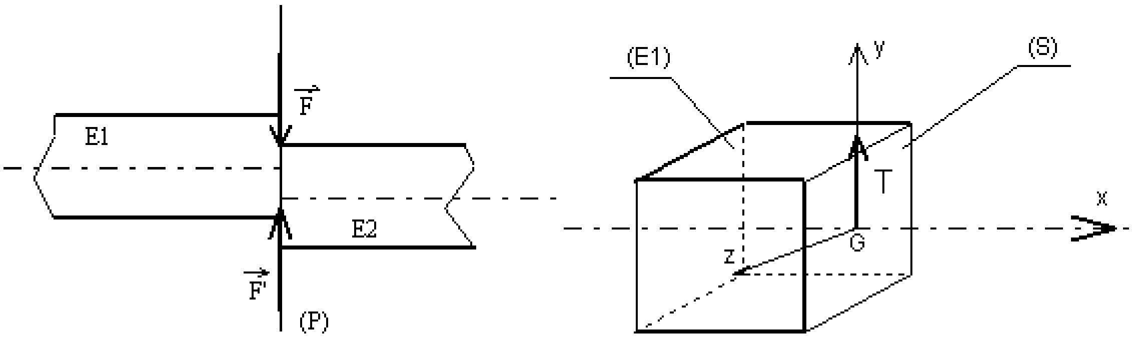
Cisaillement

Définition

Une poutre subit une sollicitation de cisaillement simple lorsqu'elle est soumise à
deux systèmes d'action de liaison qui se réduisent dans un plan (P) perpendiculaire à la ligne moyenne à deux forces directement opposées.



Sous l'action de ces deux forces la poutre tend à se séparer en deux tronçons **E1** et **E2**
glissant l'un par rapport à l'autre dans le plan de section droite (P).

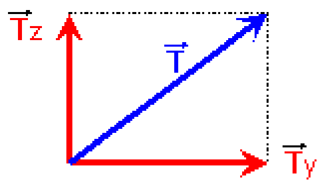


Les éléments de réduction en G du torseur des efforts de cohésion s'expriment par :

$$\{Cohésion\} = {}_{G}\begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ Ty & 0 \\ Tz & 0 \end{Bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

remarques :

* on peut toujours remplacer les composantes d'effort tranchant (**Ty** et **Tz**) par une unique composante **T** en réalisant un changement de repère.



* le cisaillement pur n'existe pas, il subsiste toujours de la flexion...

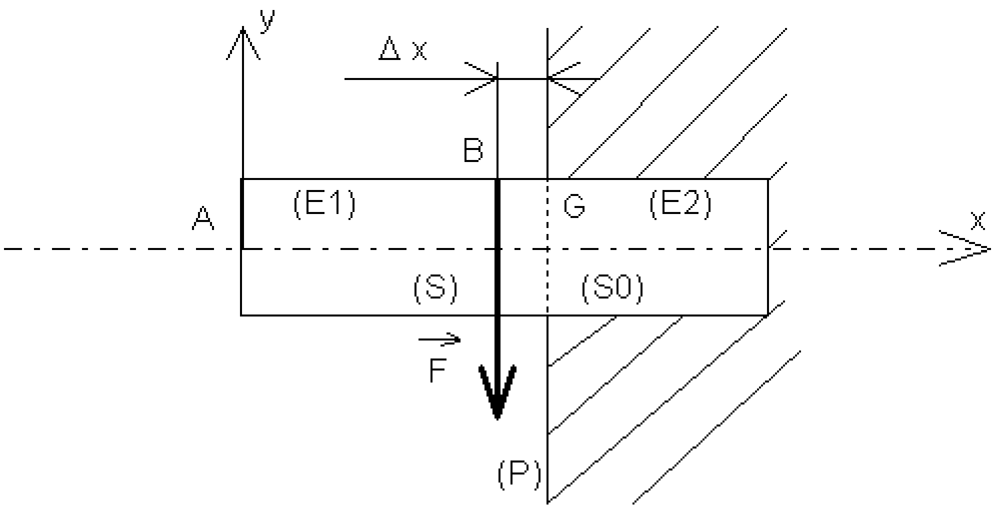
Essai de cisaillement

Il est physiquement impossible de réaliser du cisaillement pur au sens de la définition précédente. Les essais et résultats qui suivent permettent toutefois de rendre compte des actions tangentielles dans une section droite et serviront ainsi dans le calcul de pièces soumises au cisaillement.

On se gardera cependant le droit d'adopter des coefficients de sécurités majorés pour tenir compte de l'imperfection de la modélisation.

Considérons une poutre (E) parfaitement encastrée et appliquons-lui un effort de cisaillement $\vec{F}$ uniformément réparti dans le plan (P) de la section droite (S) distante de Δx du plan (S_0) d'encastrement (voir fig.).

On se rapproche des conditions du cisaillement réel, à condition de vérifier que Δx es très petit.

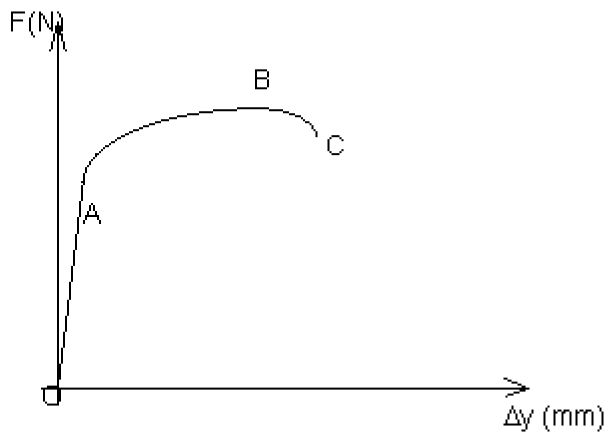


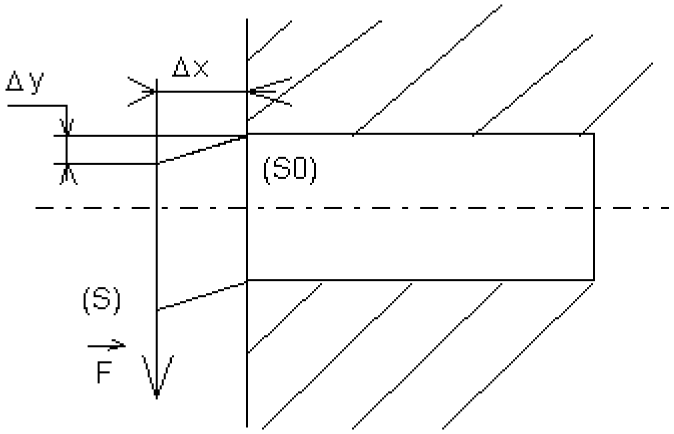
Si l'on isole (E1), on trouve alors le torseur de cohésion suivant :

$$\{Cohésion\} = \left\{ \begin{matrix} 0 & 0 \\ -F & 0 \\ 0 & F.\Delta x \end{matrix} \right\}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

Lorsque Δx tend vers 0, on retrouve alors le torseur de cohésion du cisaillement pur.

Analyse de la courbe obtenue





◊ **Zone OA :** c'est la zone des déformations élastiques. Si l'on réduit la valeur de F jusqu'à une valeur nulle, l'éprouvette retrouve sa forme initiale.

◊ **Zone ABC :** c'est la zone des déformations permanentes. Si l'on réduit la valeur de F jusqu'à une valeur nulle, l'éprouvette ne retrouve pas sa forme initiale. (déformations plastiques)

Déformations élastiques

L'essai précédent a permis pour différents matériaux d'établir la relation :

$$\frac{F}{S} = G\frac{\Delta y}{\Delta x}$$

Unités : **F** en Newton

S en mm^2

G en MPa

Δy et **Δx** en mm.

G est une caractéristique appelée module d'élasticité transversal ou module de Coulomb**.**

Matériau	Fontes	Aciers	Laiton	Duralumin	Plexiglas
G (MPa)	40000	80000	34000	32000	11000

Contraintes

On définit la contrainte τ dans une section droite (S) par la relation :

$$\tau = \frac{T}{S}$$

avec : τ : contrainte tangentielle de cisaillement en MPa (valeur moyenne).

T : effort tranchant en Newton.

S : aire de la section droite (S) en mm^2.

Relation entre contrainte et déformation

Nous avons déjà vu que $\tau = \frac{T}{S}$, que $\frac{F}{S} = G\frac{\Delta y}{\Delta x}$ et nous savons que F=T.

On en déduit que :

$$\tau = G\frac{\Delta y}{\Delta x} = G.\gamma$$

.

$\gamma = \frac{\Delta y}{\Delta x}$ est appelé glissement relatif.

Caractéristiques mécaniques d'un matériau

◊ **Contrainte tangentielle limite élastique τ_e**

C'est la valeur limite de la contrainte dans le domaine élastique.
Pour l'acier, cette valeur est comprise entre 250 MPa et 600 MPa.

◊ **Contrainte tangentielle de rupture τ_r**

C'est la valeur limite de la contrainte avant rupture de l'éprouvette.

Condition de résistance

Pour des raisons de sécurité, la contrainte tangentielle τ doit rester inférieure à une valeur limite appelée contrainte pratique de cisaillement τ_p.
On a :

$$\tau_p = \frac{\tau_e}{s}$$

s est un coefficient de sécurité qui varie de 1,1 à 10 selon les domaines d'application.

La condition de résistance traduite simplement le fait que la contrainte réelle ne doit pas dépasser le seuil précédent, soit :

$$\tau_{réelle} = \frac{T}{S} < \tau_p$$